



71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Bernds, Adolf, 91083 Baiersdorf, DE; Clemens,
Wolfgang Dr., 90617 Puschendorf, DE; Fix, Walter
Dr., 90762 Fürth, DE; Rost, Henning Dr., 91056
Erlangen, DE

56 Entgegenhaltungen:
DE 198 51 703 A1
US 57 05 826
EP 7 86 820 A2

BAO, Z. et al.: "High-Performance Plastic Transistors Fabricated by Printing Techniques" in "Chem. Mater", 9 (1997) 6, pp. 1299-1301;
GARNIER, F. et al.: "All-Polymer Field-Effect Transistor Realized by Printing Techniques" in "Science" 256 (1994), pp. 1684-1686;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Herstellung und Strukturierung organischer-Feldeffekt-Transistoren (OFET)

57 Die Erfindung stellt ein kostengünstiges und präzises Verfahren zur Herstellung und Strukturierung von OFETs zur Verfügung, indem die Löslichkeit zumindest eines Funktionspolymers eines OFETs insofern ausgenützt wird, als das Funktionspolymer wie eine Farbe mit einem herkömmlichen Druckverfahren auf das vorbereitete OFET oder ein Substrat aufgebracht wird.

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung und Strukturierung organischer Feldeffekt-Transistoren (OFETs).

[0002] Polymere integrierte Schaltkreise (integrated circuits) auf der Basis von OFETs werden für mikroelektronische Massenanwendungen und Wegwerf-Produkte wie Identifikations- und Produkt-"tags" gebraucht. Ein "tag" ist z. B. ein elektronischer Streifencode, wie er auf Waren angebracht wird oder auf Koffern. Dabei kann auf das exzellente Betriebsverhalten der Silizium-Technologie verzichtet werden, aber dafür sollten niedrige Herstellungskosten und mechanische Flexibilität gewährleistet sein. Die Bauteile wie z. B. elektronische Strich-Kodierungen, sind typischerweise Einwegprodukte und sind wirtschaftlich nur interessant, wenn sie in preiswerten Prozessen hergestellt werden.

[0003] Bisher wird, wegen der Herstellungskosten, nur die Leiterschicht des OFETs strukturiert, da die Strukturierung nur über einen zweistufigen Prozess ("Lithographiemethode" vgl. dazu Applied Physics Letters 73(1), 1998, S. 108, 110 und Mol. Cryst. Liq. Cryst. 189, 1990, S. 221-225) mit zunächst vollflächiger Beschichtung und darauffolgender Strukturierung, die zudem materialspezifisch ist, bewerkstelligt werden kann. Mit "Materialspezifität" ist gemeint, dass der beschriebene Prozess mit den genannten photochemischen Komponenten einzig an dem leitfähigen Polymer Polyanilin funktioniert. Ein anderes leitfähiges Polymer, z. B. Polypyrrol, lässt sich so nicht ohne weiteres strukturieren.

[0004] Die fehlende Strukturierung der anderen Schichten, wie der halbleitenden und der isolierenden Schicht aus Funktionspolymeren führt zu einer deutlichen Leistungssenkung der erhaltenen OFETs, darauf wird aber aus Kostengründen verzichtet.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist daher ein kostengünstiges und massenfertigungstaugliches Verfahren zur Herstellung und Strukturierung von OFETs zur Verfügung zu stellen und einen leistungsstärkeren, weil mit mehr strukturierten Schichten ausgestatteten, OFET.

[0006] Gegenstand der Erfindung ist ein Organischer Feld-Effekt-Transistor (OFET), zumindest folgende Schichten auf einem Substrat umfassend:

- eine halbleitende: Schicht zwischen einer Source- und einer Drain-Elektrode
- eine Isolationsschicht auf über der halbleitenden Schicht und
- eine Leiterschicht,

wobei die Leiterschicht und zumindest eine der beiden anderen Schichten strukturiert ist. Ausserdem ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung und Strukturierung eines OFETs durch Drucken von zumindest einem Funktionspolymer auf ein Substrat, wobei das Funktionspolymer zunächst in eine farbähnliche Konsistenz gebracht und dann auf das Substrat aufgedruckt wird.

[0007] Mit "farbähnliche Konsistenz" ist gemeint, dass die zu druckenden Funktionspolymere mit herkömmlichen Druckfarben in bezug auf

- Viskosität der druckfertigen Mischung (bestimmt das Fließverhalten)
- Polymerkonzentration der druckfertigen Mischung (bestimmt die Schichtdicke)
- Siedetemperatur des Lösungsmittels (bestimmt welches Druckverfahren einsetzbar ist) und
- Oberflächenspannung der druckfertigen Mischung

(bestimmt die Benetzungsfähigkeit des Substrats oder anderer Schichten)

vergleichbar sind.

5 [0008] Prinzipiell sind alle Druckverfahren, mit denen Farbbilder erzeugt werden, auch zur Herstellung von OFETs geeignet. Es ist jedoch zu beachten, dass eine genügend hohe Auflösung im μm -Bereich erzielt wird.

[0009] Beim Tampondruck mit Silicontampons wird eine hohe Auflösung erzielt, die zur Strukturierung im μm -Bereich geeignet ist.

[0010] Vorteilhafterweise werden die Funktionspolymere durch Einbringen in Lösungsmittel in eine farbähnliche Konsistenz gebracht. Beispielsweise werden aus folgenden Funktionspolymere mit folgenden Lösungsmitteln druckfertige Mischungen hergestellt:

Polyanilin (elektr. Leiter) wird in m-Kresol gelöst;
Polythiophen (Halbleiter) in Chloroform und
Polyvinylphenol (Isolator) in Dioxan.

20 [0011] Nach einer Ausgestaltung wird zunächst zumindest ein gelöstes Funktionspolymer mit einem Rakel in ein "Negativ" der aufzudruckenden Schicht gefüllt. Mit Hilfe eines Tampons (z. B. aus Silicon) wird das geformte Funktionspolymer dann aus der Negativform, die auch Klischee genannt wird, abgenommen und auf das Substrat und gegebenenfalls dort auf fertige Schichten aufgebracht.

[0012] Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens findet die Herstellung im kontinuierlichen Verfahren statt, so dass z. B. eine Tamponrolle zunächst über ein Klischee rollt und dort das Funktionspolymer auflädt und im weiteren kontinuierlichen Verlauf über ein Substrat rollt, auf das es das Funktionspolymer wieder ablädt, danach rollt es wieder über ein Klischee und dann wieder über ein Substrat.

35 [0013] Je nach Klischee können damit auch verschiedene Strukturierungsprozesse in einem Umlauf einer grossen Tamponrolle untergebracht werden.

[0014] Als Funktionspolymere können elektrische Leiter (z. B. Polyanilin), Halbleiter (z. B. Polythiophen) und Isolatoren (z. B. Polyvinylphenol) eingesetzt werden.

[0015] Durch das Drucken werden gleichzeitig Schichtaufbau und Strukturierung des OFETs realisiert.

[0016] Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

45 [0017] In den Fig. 1 bis 7 werden die einzelnen Prozessschritte eines Tampondrucks im kontinuierlichen Verfahren mit einer Tamponrolle gezeigt.

[0018] In Fig. 1 ist zunächst das Klischee 1 mit den Negativen 2 der aufzubringenden Struktur gezeigt. Vor den Negativen 2 der aufzubringenden Struktur ist ein Rakel 3 zu erkennen, das das Funktionspolymer 4 dem Klischee entlang rakelt. In Fig. 2 ist das Negativ 2 des Klischees mit Funktionspolymer 4 gefüllt und das Rakel gleitet gerade mit dem Rest an Polymer auf dem Klischee 1, das sich beispielsweise drehen kann, weiter. In Fig. 3 erkennt man die grosse Tamponrolle 5, die vom Klischee 3 das fertig strukturierte Funktionspolymer 4 aufnimmt und (vgl. Fig. 4 bis 7) auf ein Substrat 6 abbildet. In Fig. 7 ist das fertig aufgebrachte und strukturierte OFET 7 zu sehen.

60 [0019] Die Erfindung stellt ein kostengünstiges und präzises Verfahren zur Herstellung und Strukturierung von OFETs zur Verfügung, indem die Löslichkeit zumindest eines Funktionspolymers eines OFETs insofern ausgenützt wird, als das Funktionspolymer wie eine Farbe mit einem herkömmlichen Druckverfahren auf das vorbereitete OFET oder ein Substrat aufgebracht wird. Das Herstellungsverfahren kann zum kostengünstigen Fertigen von Produkt- und/oder Identifikations-"tags" eingesetzt werden.

[0020] Im Gegensatz zu der herkömmlichen Methode, mit denen lediglich die Leiterschicht eines OFETs strukturiert werden kann und die anderen Schichten des OFETs unstrukturiert bleiben, ist der Druckprozess, den die Erfindung vorgeschlägt, nicht materialspezifisch, d. h. es kann jedes beliebige leitfähige Polymer gedruckt werden. Also sowohl Polyanilin als auch Polypyrrol und weitere leitfähige Polymere können mit Hilfe des Druckverfahrens auf das Substrat zur Bildung des OFETs strukturiert werden. Die "Lithographiemethode" macht aus Kostengründen keinen Sinn für die Strukturierung der nicht leitfähigen Schichten des organischen Transistors (Halbleiter und Isolator). Hier kommt mangels anderer Strukturierungsverfahren eigentlich nur das Drucken gemäß der Erfindung in Frage.

15

Patentansprüche

1. Organischer Feld-Effekt-Transistor, zumindest folgende Schichten auf einem Substrat umfassend:
 - eine halbleitende Schicht zwischen einer Source- und einer Drain-Elektrode
 - eine Isolationsschicht auf über der halbleitenden Schicht und
 - eine Leiterschicht,
 wobei die Leiterschicht und zumindest eine der beiden anderen Schichten strukturiert ist.
2. Verfahren zur Herstellung eines OFETs durch Drucken von zumindest einem Funktionspolymer auf ein Substrat, wobei das Funktionspolymer zunächst in eine farbähnliche Konsistenz gebracht und dann auf das Substrat aufgedruckt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem ein Druckverfahren, mit dem Farbbilder erzeugt werden können, unter Verwendung eines Funktionspolymers statt einer Farbe eingesetzt wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 oder 3, bei dem ein Tampondruckverfahren eingesetzt wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 4, bei dem ein Tampon aus Silicon eingesetzt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 5, bei dem eine Tamponrolle in einem kontinuierlichen Prozess eingesetzt wird.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 6, bei dem das Funktionspolymer durch Einbringen in ein Lösungsmittel in eine farbähnliche Konsistenz gebracht wird.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 7, bei dem eine Auflösung und/oder Strukturierung im μm -Bereich realisiert wird.
9. Verwendung eines QFETs nach Anspruch 1 zur Herstellung eines Identifikations- und/oder Produkt-"tags".
10. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 8 zur Herstellung von Identifikations- und Produkt-"tags".

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

60

65

